

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Gert **BLANKENSTEIN et al.**

Serial No:

Filed: On even date herewith

Title: **DEVICE FOR THE STEPWISE TRANSPORTATION
OF LIQUID USING CAPILLARY FORCES**

November 13, 2003

Mail Stop New Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

PRIORITY CLAIM

Sir:

Claim is hereby made on behalf of the above-noted Applicants for priority under the International Convention based upon the corresponding German Patent Application 102 54 874.9 of November 14, 2002.

A certified copy is attached.

Respectfully submitted,

DILLER, RAMIK & WIGHT

By: 

Vincent L. Ramik, Reg. 20,663

7345 McWhorter Place; Suite 101
Annandale, Virginia 22003
(703) 642-5705 - phone
(703) 642-2117 - fax

Attachment



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 54 874.9

Anmeldetag: 14. November 2002

Anmelder/Inhaber: STEAG microParts GmbH, Dortmund/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zum schrittweisen Transport von Flüssigkeit unter Ausnutzung von Kapillarkräften

IPC: B 01 L, G 01 N

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 8. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Scholz'.

Scholz

Vorrichtung zum schrittweisen Transport von Flüssigkeit unter Aus-
nutzung von Kapillarkräften

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum schrittweisen Transport von Flüssigkeit unter Ausnutzung von Kapillarkräften, wobei es sich bei den Flüssigkeiten vorzugsweise um zu untersuchende Probenflüssigkeiten handelt.

5 In den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten der Analytik und Diagnostik ist es erforderlich, Probenflüssigkeiten zu untersuchen. Die dabei zum Einsatz kommenden Assays erfordern mitunter, dass die Probenflüssigkeit sequentiell mit unterschiedlichen Reagenzien in Kontakt gebracht werden. Im Hinblick auf die Automation derartiger Assays ist es von Vorteil, wenn man in der Lage ist,
10 die zu untersuchende Probenflüssigkeit schrittweise zu transportieren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung zum schrittweisen Transport von Flüssigkeit, insbesondere von zu untersuchender Probenflüssigkeit, zu schaffen, die einen recht einfachen Aufbau aufweist sowie bequem und
15 einfach handhabbar ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird mit der Erfindung eine Vorrichtung zum schrittweisen Transport von Flüssigkeit, insbesondere von zu untersuchender Probenflüssigkeit, unter Ausnutzung von Kapillarkräften vorgeschlagen, die
20 versehen ist mit

- mindestens einem Kanal, durch den Flüssigkeit auf Grund von Kapillarkräften transportierbar ist, und
- mindestens zwei verschlossenen Entlüftungsöffnungen, die an längs des Kanals voneinander beabstandeten Verbindungsstellen in Fluidverbindung mit dem Kanal stehen,
25
- wobei die Verbindungsstellen den Kanal in mehrere Kanalabschnitte unterteilen und

- wobei die Fluidverbindungen zwischen jeweils einem Kanalabschnitt und der diesem zugeordneten Entlüftungsöffnungen einzeln geöffnet werden können.

5 Erfindungsgemäß werden zum schrittweisen Transport von Flüssigkeiten Kapillarkräfte ausgenutzt. Hierzu ist der Kanal der Vorrichtung, durch den Flüssigkeit transportiert werden soll, entsprechend ausgelegt. Dies gilt hinsichtlich der Querschnittsflächen, Querschnittsflächenausgestaltungen und Oberflächenbeschaffenheiten des Kanals. Der Kanal steht mit mindestens zwei
10 Entlüftungsöffnungen in Fluidverbindung, die in ihrem Ausgangszustand verschlossen sind. Die Fluidverbindung der Entlüftungsöffnungen mit dem Kanal erfolgt an längs des Kanals voneinander beabstandeten Verbindungsstellen. Gelangt nun Flüssigkeit in den Kanal, indem der Kanal sich beispielsweise von einer Probenaufnahmekammer aus erstreckt, so ist der Transport von Flüssig-
15 keit durch den Kanal so lange unterbunden, wie der Kanal (an seinem Ende) und die Entlüftungsöffnungen verschlossen sind. Wird nun die in Strömungsrichtung des Kanals erste Entlüftungsöffnung geöffnet, so gelangt Flüssigkeit bis zur mit der geöffneten Entlüftungsöffnung in Fluidverbindung stehenden Verbindungsstelle des Kanals; der weitere Transport der Flüssigkeit durch den
20 Kanal über diese Verbindungsstelle hinaus ist nicht möglich, da der sich daran anschließende Teil des Kanals nach außen hin verschlossen ist. Erst wenn die in Strömungsrichtung nächste Entlüftungsöffnung geöffnet wird, füllt sich der Kanalabschnitt zwischen der zuvor erwähnten Verbindungsstelle und der der nächsten Entlüftungsöffnung zugeordneten Verbindungsstelle mit Flüssigkeit.

25

Durch das oben beschriebene Konzept ist es also auf denkbar einfache Weise, nämlich lediglich durch Öffnen von Entlüftungsöffnungen möglich, selektiv und schrittweise eine Flüssigkeit durch einen Kanal zu transportieren. Wenn also in den einzelnen Kanalabschnitten Reagenzsubstanzen bzw. Reagenzien ange-
30 ordnet sind, so ist es möglich, die Flüssigkeit einer zuvor definierten Reihenfolge von Reaktionen auszusetzen. Durch Öffnen der letzten Entlüftungsöffnung schließlich könnte die Probenflüssigkeit in eine Untersuchungskammer

o.dgl. Reservoir eingeleitet werden, in der dann auf die unterschiedlichsten Weisen eine Untersuchung (beispielsweise lichttechnische Untersuchung) der Probenflüssigkeit erfolgen kann. Es ist aber ebenso denkbar, dass (Zwischen-) Untersuchungen auch bereits in den anderen Reaktionskammern durchgeführt werden. Untersuchungen erfolgen allgemein z.B. lichttechnisch (optisch), insbesondere durch Ermittlung der Transmission oder Verfärbung der Probenflüssigkeit, oder mikroskopisch.

10 In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass innerhalb der einzelnen Kanalabschnitte Reaktionskammern angeordnet sind, in denen Reagenzien vorzugsweise immobilisiert angeordnet sind. Durch den Kontakt mit der Flüssigkeit werden die Reagenzien mobilisiert und können mit der Flüssigkeit reagieren.

15 Die Entlüftungsöffnungen können im einfachsten Fall direkt in der Wandung des Kanals angeordnet sein. Die Verbindungsstellen fallen dann also mit den Entlüftungsöffnungen zusammen. Alternativ ist es auch möglich, dass von den Verbindungsstellen aus Entlüftungskanäle abzweigen, die in den Entlüftungsöffnungen enden.

20

Ein (Wieder-)Verschluss der Entlüftungsöffnungen, nachdem die Flüssigkeitsfront die zugeordneten Verbindungsstellen des Kanals passiert hat, ist nicht zwingend erforderlich, kann aber durchaus vorgenommen werden. Zweckmäßiger ist es jedoch, wenn die Flüssigkeit dadurch, dass sie bis zur Entlüftungsöffnung fließt, diese verschließt. Dazu ist sicherzustellen, dass die Flüssigkeit nicht aus den Entlüftungsöffnungen heraustreten kann. Dies ist mit Mechanismen, die zum Transport der Flüssigkeit Kapillarkräfte ausnutzen, problemlos möglich. Zweckmäßig diesbezüglich wiederum ist es, wenn die Entlüftungsöffnungen entsprechend bemessen sind, so dass auf Grund von entstehenden Oberflächenspannungen der Flüssigkeit ein Austritt derselben aus den Öffnungen unterbleibt. Der Transport durch einen von einer Verbindungsstelle zur Entlüftungsöffnung führenden Entlüftungskanal erfolgt dabei

ebenfalls zweckmäßigerweise unter Ausnutzung von Kapillarkräften. Alternativ oder zusätzlich kann der Entlüftungsöffnung auch ein Kapillarstop vorgelagert sein. Dieser ist z.B. als hydrophobe (Teil-)Oberfläche des Entlüftungskanals oder als hydrophobe Entlüftungsöffnung oder als Engstelle des Kanalsystems ausgebildet.

Das Öffnen der Entlüftungsöffnungen erfolgt zweckmäßigerweise selektiv mittels einzelner Deckelemente bzw. eines gemeinsamen Deckelements, mit dem sich die Entlüftungsöffnungen entsprechend ihrer Anordnung längs des Kanals selektiv freilegen lassen. Zum Öffnen einer Entlüftungsöffnung kann das Deckelement beispielsweise abziehbar oder punktierbar sein. Alternativ dazu ist es auch möglich, dass das Deckelement aufschmelzbar oder durch Initiierung einer Reaktion auflösbar oder luftdurchlässig ist. Im einfachsten Fall handelt es sich bei dem Deckelement um einen Klebestreifen, der über die Entlüftungsöffnungen eines Substrats o.dgl. Träger gelegt ist, in dem das erfindungsgemäße Kanalsystem ausgebildet ist. Zum Aufschmelzen der Deckelemente ist es beispielsweise von Vorteil, wenn diese Deckelemente mit ein oder mehreren Heizelementen thermisch gekoppelt sind. Durch Ansteuerung der Heizelemente werden somit selektiv Deckelemente aufgeschmolzen und damit Entlüftungsöffnungen freigelegt.

Die Initiierung einer ein Deckelement auflösenden Reaktion kann durch Kontaktierung des Deckelements mit einem Reaktionsmittel von außen oder durch Kontaktierung mit der Probenflüssigkeit selbst erfolgen. In beiden Fällen sollten ausschließlich für die Probenflüssigkeit inerte Reaktionsgemische entstehen. Z.B. wird als Deckelement ein hydrophiles Material (z.B. Gel, wie beispielsweise Agarose, Sucrose o.dgl. Polysaccharide) verwendet. Nach Auflösung des Deckelements durch die Probenflüssigkeit, die bis zu einer Entlüftungsöffnung oder einer Verbindungsstelle eines Entlüftungskanals vorgedrungen ist, gelangt die Probenflüssigkeit bis in den nächsten Kanalabschnitt hinein. Die Deckelemente sind also in diesem Fall in Strömungsrichtung unmittelbar hinter einer Entlüftungsöffnung bzw. einer Verbindungsstelle angeordnet, so

dass ein von einem aufgelösten Deckelelement freigegebener Kanalabschnitt über die diesem zugeordnete Entlüftungsöffnung entlüftet werden kann.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann beispielsweise für einen Bluttest verwendet werden, bei dem das zu untersuchende Blut in einer ersten Reaktionskammer mit einem ersten Antikörper oder einem Konjugat reagiert und anschließend in einer zweiten Kammer an den gebundenen ersten Antikörpern zweite Antikörper binden. Ausgehend von einer Blutprobenaufnahmekammer o.dgl. Aufgabe für das zu untersuchende Blut passiert dieses dann also nach Freilegung der ersten Entlüftungsöffnung den bis zur zugeordneten Verbindungsstelle sich erstreckenden Kanalabschnitt des Kanals, in dem die erste Reaktionskammer mit den ersten Antikörpern oder dem Konjugat angeordnet ist. Nach einer bestimmten Verweilzeit wird dann die zu untersuchende Blutprobe mit den teilweise gebundenen Antikörpern durch Freilegen der in Strömungsrichtung nächsten Entlüftungsöffnung in einen zweiten Kanalabschnitt überführt, in dem die zweite Reaktionskammer mit den zweiten Antikörpern angeordnet ist. Anschließend kann durch Freilegen einer weiteren Entlüftungsöffnung oder durch Freilegen des Endes des Kanals die Probenflüssigkeit in diesem weiter transportiert bzw. aus diesem heraus transportiert werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann mit Vorteil auch mehrere der zuvor beschriebenen (Probenflüssigkeitstransport-)Kanäle mit Entlüftungsöffnungen aufweisen. Sämtliche diese Kanäle sind strömungstechnisch parallel zueinander, erstrecken sich von einer Probenaufnahmenanordnung aus mit einer gemeinsamen Probenaufnahmekammer oder mehreren einzelnen, den Kanälen jeweils zugeordneten Probenaufnahmekammern und weisen vorzugsweise untereinander gleich lange Kanalabschnitte zwischen den einzelnen Verbindungsstellen auf. Die den Verbindungsstellen jeweils zugeordneten Entlüftungsöffnungen sind dabei unmittelbar benachbart zueinander angeordnet und lassen sich vorteilhafterweise mit ein und demselben Deckelelement freilegen. Hierdurch wird ein paralleler schrittweise Transport von Flüssigkeit durch die einzelnen Kanäle ermöglicht.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Kanalstruktur zum schrittweisen Transport von Flüssigkeit unter Ausnutzung von Kapillarkräften,

Fig. 2 bis 4

die einzelnen Phasen, in denen die Kanalstruktur gemäß Fig. 1 nach sukzessivem Öffnen der einzelnen längs des Kanals angeordneten Entlüftungsöffnungen dargestellt ist,

Fig. 5 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kanalstruktur,

Fig. 6 und 7

die einzelnen Phasen, in denen die Kanalstruktur gemäß Fig. 5 nach sukzessivem Öffnen der einzelnen längs des Kanals angeordneten Entlüftungsöffnungen dargestellt ist, und

Fig. 8 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kanalstruktur zum sukzessiven parallelen Transport von Flüssigkeiten durch mehrere Kanäle.

Fig. 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau des erfindungsgemäßen Kapillarkanal-systems 10. Das Kapillarkanal-system 10 ist in einem Substrat 12 (Kunststoffkörper o.dgl.) ausgebildet und weist einen Kanal 14 auf, der eine Einlassöffnung 16 und eine Auslassöffnung 18 umfasst. Flüssigkeit, die sich in dem Kanal 14 befindet, wird in dem Kanal unter Ausnutzung von Kapillarkräften transportiert.

Der Kanal 14 weist mehrere (im Ausführungsbeispiel vier) Verbindungsstellen 20 bis 26 auf, von denen aus Entlüftungsleitungen 28 bis 34 abzweigen, die in Entlüftungsöffnungen 36 bis 42 enden. Der Kanal 14 ist durch die Verbindungsstellen 20 bis 26 in einzelne Kanalabschnitte 44,46,48 unterteilt; in jedem Kanalabschnitt 44,46,48 befindet sich eine Reaktionskammer 50,52,54.

Das in Fig. 1 gezeigte Kapillarkanalsystem 10 lässt sich wie folgt selektiv mit Flüssigkeit befüllen.

10 Im Ausgangszustand sind sämtliche Entlüftungsöffnungen 36 bis 42 sowie der Auslass 18 des Kanals 14 verschlossen. Wird nun die in Strömungsrichtung 56 (siehe Pfeil) erste Entlüftungsöffnung 36 geöffnet, so gelangt Probenflüssigkeit, die am Einlass 16 des Kanals 14 ansteht, bis zur Verbindungsstelle 20 sowie in den Entlüftungskanal 28 bis zur Entlüftungsöffnung 36. Durch Verkürzen der Entlüftungskanäle 28 kann das Totvolumen des Kapillarkanalsystems 10 minimiert werden. Die Entlüftungsöffnungen 36 können auch direkt in der Wandung des Kanals 14 ausgebildet sein. Nachdem die Öffnung 36 freigelegt worden ist, wandert die Flüssigkeitsfront innerhalb des Kanals 14 also bis zur Verbindungsstelle 20; in jedem Fall gelangt (noch) keine Flüssigkeit in den Kanalabschnitt 44.

Wird hingegen anschließend die Entlüftungsöffnung 38 freigelegt, so gelangt Flüssigkeit in den zweiten Kanalabschnitt 44 und füllt diesen aus, was bedeutet, dass auch die Reaktionskammer 50 mit zu untersuchender Flüssigkeit ausgefüllt wird. Die fortschreitende Flüssigkeitsfront kommt in dem Kanal an der Verbindungsstelle 22 zum Stillstand, wobei die Flüssigkeit von dort aus lediglich noch in den Entlüftungskanal 30 bis zur Entlüftungsöffnung 38 fließt. Dieser Zustand ist in Fig. 2 wiedergegeben.

30 Wird nun die nächste Entlüftungsöffnung 40 geöffnet, so wiederholt sich der zuvor beschriebene Vorgang für den weiteren Kanalabschnitt 46, so dass sich schließlich die Situation gemäß Fig. 3 einstellt. Durch Freilegen der nächsten

Entlüftungsöffnung 42 wird schließlich der nächste Kanalabschnitt 48 mit Flüssigkeit aufgefüllt, was in Fig. 4 gezeigt ist. Wenn man anschließend den Auslass 18 des Kanals 14 öffnet, so gelangt die Flüssigkeit aus dem Kanal 14 heraus in ein (nicht dargestelltes) Auffangbehältnis oder einer Auffangkammer.

5

Das zuvor beschriebene Kapillarkanalsystem 10 kann noch über sogenannte Kapillarstops verfügen, die erst nach Aufprägen eines Druckimpulses auf die Flüssigkeit überwunden werden, wobei anschließend der weitere Transport der Flüssigkeit wiederum durch Kapillarkräfte induziert erfolgt. Derartige Kapillarstops könnten beispielsweise an den Ausgängen der Reaktionskammern 50,52,54 ausgebildet bzw. angeordnet sein. Der selektive Transport der Flüssigkeit durch das Kapillarkanalsystem 10 erfolgt in einem solchen Falle also wechselweise durch Freilegen von Entlüftungsöffnungen und Aufprägen eines Druckimpulses.

10



15

In den Fig. 5 bis 7 ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines Kapillarkanalsystems 10' dargestellt. Der grundsätzliche Aufbau des Kapillarkanalsystems 10' der Fig. 5 bis 7 ist identisch mit demjenigen gemäß den Fig. 1 bis 4. Der einzige Unterschied besteht in der Art und Weise der Freilegung der Entlüftungsöffnungen. Diese wurden bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 bis 4 durch beispielsweise einzelne Deckelelemente 58 freigelegt, während bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 5 bis 7 ein durchgehender Abdeckstreifen 60 als Deckelelement vorgesehen ist, der mehr oder weniger weit abgezogen wird und somit nach und nach die Entlüftungsöffnungen 36,38,40,42 freilegt.

20



25

Fig. 8 schließlich zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kapillarkanalsystems 10'', das mehrere (in diesem Ausführungsbeispiel zwei) Kanäle 14 aufweist, von denen jeder so, wie im Zusammenhang mit den vorstehenden Ausführungsbeispielen beschrieben, beschaffen und ausgestaltet ist. Von jedem Kanal 14 zweigen also mehrere Entlüftungsleitungen 28,30 mit Entlüftungsöffnungen 36,38 an ihren Enden ab. Die in Strömungsrichtung

30

ersten Entlüftungsöffnungen 36 sämtlicher Kanäle 14 sind gruppenweise oder sämtlich durch mehrere bzw. ein gemeinsames Deckelelement 62 verschlossen. Dieselbe Konstellation ergibt sich für die in Strömungsrichtung nächsten Entlüftungsöffnungen 38, die durch ein Deckelelement 64 verschlossen sind.

5 Dieses System von gemeinsamen bzw. gruppenweise gemeinsamen Deckelelementen 62,64 ist über das gesamte Kapillarkanalsystem 10" hinweg betrachtet gleich.

10 Durch die Deckelelemente 62,64 ist es nun möglich, den schrittweisen Flüssigkeitstransport durch sämtliche Kanäle 14 zeitgleich und parallel zu initiieren bzw. durchzuführen.

Alternativ kann für sämtliche Entlüftungsöffnungen ein gemeinsames Deckelelement vorgesehen sein, das nach und nach Entlüftungsöffnungen freigibt (entsprechend dem Deckelelement des Ausführungsbeispiels gemäß Fign. 5 bis 15 7). Ferner kann bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 8 alternativ vorgesehen sein, dass die von den Probenflüssigkeitstransportkanälen 14 abzweigenden Entlüftungskanäle 28,30 gruppenweise (die erste Gruppe umfasst dabei die in Strömungsrichtung ersten Entlüftungskanäle 28, die zweite Gruppe 20 den in Strömungsrichtung zweiten Entlüftungskanäle 30 usw.) in einer gemeinsamen Entlüftungsöffnung 36,38 enden.

Wie im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß den Fign. 1 bis 4 erwähnt, können auch die Kapillarkanalsysteme 10' und 10" der Fign. 5 25 bis 8 zusätzlich mit Kapillarstops versehen sein, die, wie oben ebenfalls erwähnt, beispielsweise am bezüglich der Strömungsrichtung betrachtet Auslassende der Reaktionskammern 50,52 angeordnet sind.

Das erfindungsgemäße Kapillarkanalsystem zeichnet sich durch ein präzises 30 Timing und Triggern des Weitertransports der Flüssigkeit aus. Ferner werden extrem einfache Öffnungsmechanismen für die Entlüftungsöffnungen beschrieben. Das System ist zweckmäßigerweise für den Einfachgebrauch ausgelegt

und als Einwegartikel konzipiert. Es wird ein Minimum an Testflüssigkeit benötigt sowie keinerlei Filter/Membran-Komponenten eingesetzt. Ferner erlaubt das System die vollständig geschlossene Ausbildung auf einem Substrat o.dgl. Träger, weshalb das Risiko bezüglich Kontaminationen minimiert ist. Für die

5 Auslösung der Reaktionen und insbesondere den Transport der Flüssigkeit sind keinerlei Zentrifugalkräfte o.dgl. erforderlich.

ANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum schrittweisen Transport von Flüssigkeit, insbesondere von zu untersuchender Probenflüssigkeit, unter Ausnutzung von Kapillarkräften mit
 - einem Kanal (14), durch den Flüssigkeit auf Grund von Kapillarkräften transportierbar ist, und
 - mindestens zwei verschlossenen Entlüftungsöffnungen (38-42), die an längs des Kanals (14) voneinander beabstandeten Verbindungsstellen (22-26) in Fluidverbindung mit dem Kanal (14) stehen,
 - wobei die Verbindungsstellen (22-26) den Kanal (14) in mehrere Kanalabschnitte (44-48) unterteilen und
 - wobei die Fluidverbindungen zwischen jeweils einem Kanalabschnitt (44-48) und der diesem zugeordneten Entlüftungsöffnungen (38-42) einzeln geöffnet werden können.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem Kanalabschnitt (44-48) eine Reagenzsubstanz angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Reagenzsubstanz immobilisiert ist und bei Kontakt mit der Flüssigkeit mobilisierbar ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem Kanalabschnitt (44-48) eine Reaktionskammer (50-54) angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Reagenzsubstanz in der Reaktionskammer (50-54) befindet.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass an den Verbindungsstellen (22-26) von dem Kanal (14) Entlüftungs-

kanäle (30-34) abzweigen, die in den Entlüftungsöffnungen (38-42) enden.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei geöffneter Entlüftungsöffnung (38-42) Flüssigkeit mittels Kapillarwirkung durch den Entlüftungskanal (30-34) bis zur Entlüftungsöffnung (38-42) transportierbar ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine geöffnete Entlüftungsöffnung (38-42) durch Flüssigkeit, die nach dem Öffnen der Entlüftungsöffnung (38-42) durch den der Entlüftungsöffnung (38-42) in Strömungsrichtung betrachtet vorgelagerten Kanalabschnitt (44-48) fließt, bis zur Entlüftungsöffnung (38-42) gelangt und diese somit verschließt.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass jede Entlüftungsöffnung (38-42) durch ein Deckelelement (60,62,64) verschlossen ist, das abziehbar, punktierbar, aufschmelzbar und/oder durch Initiierung einer Reaktion auflösbar oder luftdurchlässig ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sämtliche Entlüftungsöffnungen (38-42) durch ein gemeinsames Deckelelement (60,62,64) überdeckt sind, wobei das Deckelelement (60,62,64) selektiv abziehbar, punktierbar, aufschmelzbar und/oder durch Initiierung einer Reaktion auflösbar oder luftdurchlässig ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass zum Aufschmelzen des Deckelelements (60,62,64) ein oder mehrere thermisch mit dem Deckelelement (60,62,64) gekoppelte Heizelemente vorgesehen sind.

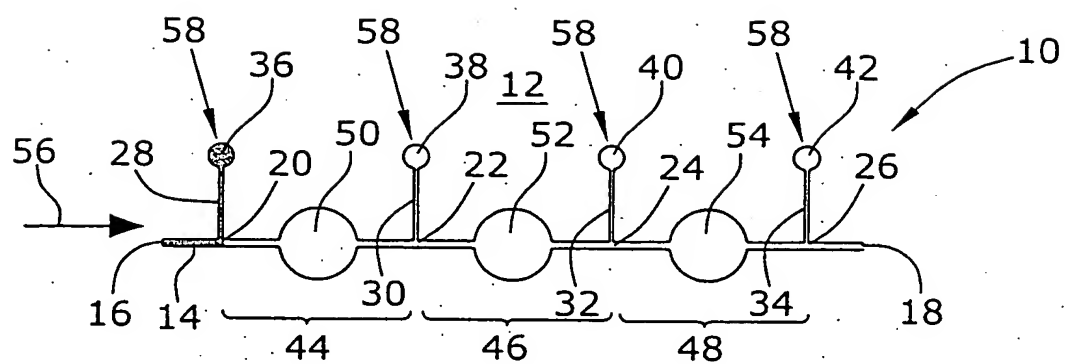
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Kanäle (14) vorgesehen sind, deren in Strömungsrichtung aufeinanderfolgende ersten, zweiten und weiteren Entlüftungsöffnungen (38-42) jeweils gruppenweise gemeinsam freilegbar sind.

ZUSAMMENFASSUNG

Vorrichtung zum schrittweisen Transport von Flüssigkeit unter Ausnutzung von Kapillarkräften

Die Vorrichtung (10) zum schrittweisen Transport von Flüssigkeit, insbesondere von zu untersuchender Probenflüssigkeit, unter Ausnutzung von Kapillarkräften weist mindestens einen Kanal (14) auf, durch den Flüssigkeit auf Grund von Kapillarkräften transportierbar ist. Ferner weist die Vorrichtung (10) mindestens zwei verschlossene Entlüftungsöffnungen (38-42) auf, die an längs des Kanals (14) voneinander beabstandeten Verbindungsstellen (22-26) in Fluidverbindung mit dem Kanal (14) stehen. Die Verbindungsstellen (22-26) unterteilen den Kanal (14) in mehrere Kanalabschnitte (44-48). Die Fluidverbindungen zwischen jeweils einem Kanalabschnitt (44-48) und der diesem zugeordneten Entlüftungsöffnungen (38-42) können einzeln geöffnet werden.

(Fig. 1)



- 1/2 -

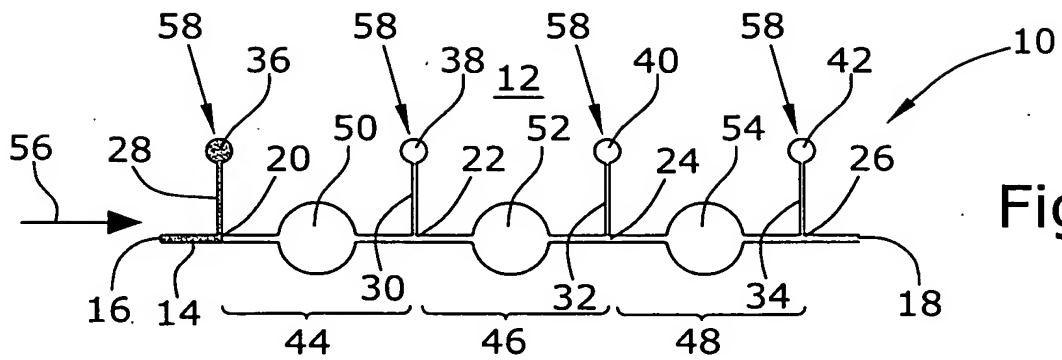


Fig. 1

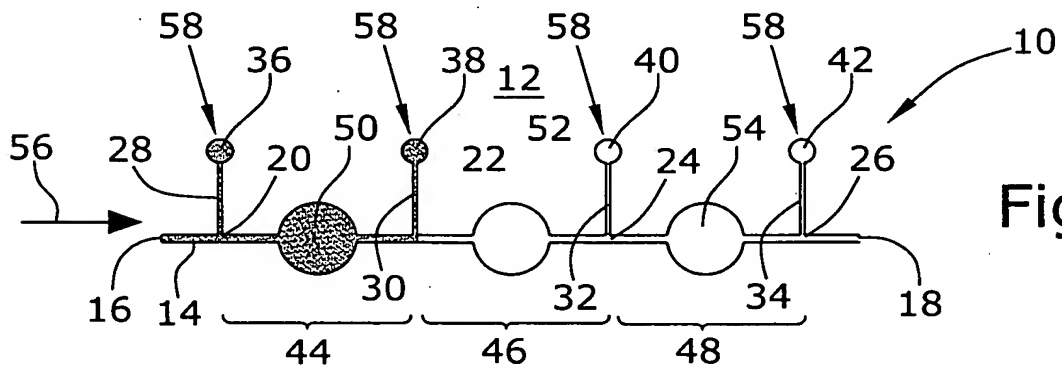


Fig. 2

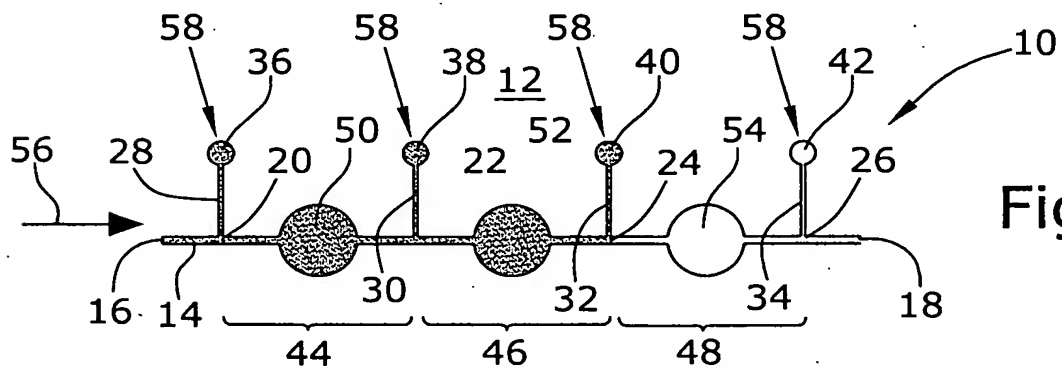


Fig. 3

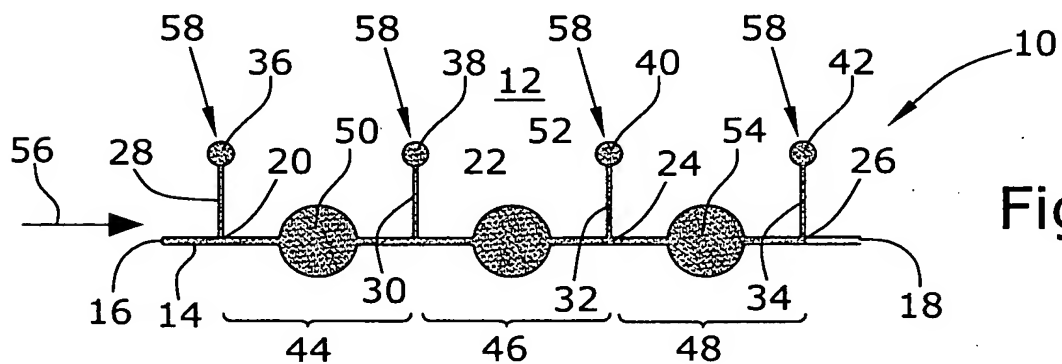


Fig. 4

